

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：26402
研究種目：基盤研究(B)（一般）
研究期間：2019～2021
課題番号：19H02266
研究課題名（和文）地方自治体におけるアセットマネジメントシステムの実装課題研究とシステム改善

研究課題名（英文）Implementation and Improvement Study on Infrastructure Asset Management System in local government

研究代表者
那須 清吾（Nasu, Seigo）
高知工科大学・経済・マネジメント学群・教授

研究者番号：30373129
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、点検から劣化予測、長期修繕計画に至るアセットマネジメントに必要なトータルシステムの開発を地方自治体に具体的に実装した。本システムで策定した長寿命化計画と実際の計画の整合性を検証し、補修工法は概ね一致する結果が得られた。管理レベルの設定によりLCCを最適化する方法論を得た。

また、ワーキングメモリと長期記憶の連携を組み合わせた損傷評価分析モデルを整理し、実際の損傷誤差の例を基に誤差要因の整理方法及び誤差の改善方法の例を整理することで、点検士の能力改善の実現、点検データや修繕履歴の誤情報自動検知など、これを踏まえた劣化予測・長期修繕計画立案のシステム理論体系、マニュアルを完成させた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は地方自治体を対象に、定期点検から長期修繕計画立案に至るトータルシステムとしての橋梁アセットマネジメントシステムを初めて実装した事例である。旧来のシステムとの違いは、橋梁のメンテナンスシステムを改善するマネジメントシステムを有すること、任意の時期に任意の修繕工法を組み合わせたLCC最小化計算を実現した国内外唯一のシステムである。従って、現場における橋梁技術者の感覚になじみ、従来の一種類の修繕工法を繰り返すLCC最小化を超えた最適化が実現し、実際の長期修繕計画との一致性が高いが、これを非常に誤差の大きい環境情報、建設時情報、点検情報により実現している点が挙げられる。

研究成果の概要（英文）：A total “End to End” system required for asset management was implemented, from inspections to deterioration prediction and long-term repair planning, in local governments. We verified the consistency between the long-term rehabilitation plan formulated by this system and the actual plan, and obtained results showing a general agreement in repair methods. By setting the management level, we obtained a methodology to optimize Life Cycle Cost. In Addition, we organized a damage evaluation analysis model that combines working memory and long-term memory, and based on examples of actual damage errors, we sorted out methods for organizing error factors and improving errors. This enabled the realization of improvement in the inspector's capabilities, automatic detection of incorrect information in inspection data and repair histories, and based on these, we completed a system theory framework and manual of Asset Management System for deterioration prediction and long-term repair planning.

研究分野：橋梁アセットマネジメント

キーワード：アセットマネジメント 橋梁 定期点検 ライフサイクルコスト 劣化予測 長期修繕計画 マネジメントサイクル

1. 研究開始当初の背景

社会資本の維持管理において利用者の安全・安心・利便性を確保し、持続可能な社会・経済を実現する必要がある。特に、大部分の道路橋梁を関する地方自治体では、広域インフラの維持・修繕・更新と点検・管理の適切かつ効率的な実施が必要となる。技術開発と標準化、ICT 技術を活用した点検・診断や情報の収集・蓄積・共有化と活用、技術職員が少ない地方自治体の体制的支援や必要な技術力、マネジメント力、及び人材育成も広域道路インフラのアセットマネジメント実現に求められる。これらは自然・使用環境、技術基準や水準、管理責任を負う組織と技術者と相互に関係することを認識しつつ、個々の不十分さを許容しながらも全体を俯瞰しながら現行マネジメントを補完し、実務の過程を通して構成要素が段階的に進化する仕組みを目指す必要があり、本研究の着想に至った。また、アセットマネジメントシステムにおいて劣化予測に基づく長期修繕計画(長寿命化修繕計画)が現場レベルでの修繕実施計画と整合しないところが最初の手がかりであった。劣化予測モデルの精度や、修繕計画の立案に際しての対策工法が単一で繰り返されることの現実性も問題であるが指摘されて来なかった。

本研究の基礎的研究は SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)[インフラ維持管理・更新・マネジメント技術]で実施していた。開発したアセットマネジメントシステムは、定期点検から劣化予測、長期修繕計画に至るトータルシステムであり、マネジメントサイクルによる点検システムの見直しから点検士の能力改善を踏まえた劣化予測・長期修繕計画の精度改善が自律的に進む SIP では唯一のトータルシステム体系であり、国内外で唯一の任意のタイミングで任意の修繕工法を組み合わせて本当の意味でライフサイクルコスト最小化を実現できる長期修繕計画立案システムである。

劣化予測や LCC 算出の結果は実際に現場の技術者になじむ結果になっているかの検証を行うために高知県へのプロトタイプを導入を開始していた。ただし、これは上記を解決するための出発点であり、実装による精度検証が課題抽出、改善研究を実施する必要があった。

2. 研究の目的

本研究では、これまで研究実績が殆どないアセットマネジメントシステムの地方自治体への導入とモニタリングにより、実証的にシステム課題と論理的な構造を明らかにすることを目的とした。対象としたのは、点検システムから劣化予測、長期修繕計画に至るプロセスであり、実際に高知県にアセットマネジメントを導入し、以下の内容について明らかにした。アセットマネジメントの主要課題は、橋梁の基本情報、点検データ、環境データ、劣化予測モデルの誤差が非常に大きいことであり、誤差要因を個々に解決することで統合的に精度改善を行うシステム研究である。

- (1) 現場技術者の感覚に馴染むアセットマネジメントシステムの構築
- (2) 持続的な精度向上によるシステムメンテナンスの確立
- (3) 外部環境の変化に対応するシステムメンテナンス方法
- (4) 点検士の心理学的な認知・判断プロセスおよび誤差要因モデルに基づく精度改善

3. 研究の方法

高知県が管理する橋梁に対して、点検システムの見直しから点検士の能力改善を踏まえた劣化予測・長期修繕計画の精度改善が自律的に進むことを検証した。

- (1) 現場技術者の感覚に馴染むアセットマネジメントシステムの構築

個々の橋梁の健全度管理を行う現場技術者と、橋梁群全体の予算管理者の双方にとって実用的な物理劣化予測モデルおよび修繕計画を構築する。劣化予測や LCC 算出の結果が実際に現場の技術者になじむシステム開発を行う。

- (2) 持続的な精度向上によるシステムメンテナンスの確立

物理劣化予測モデル、環境モデル等のデータ蓄積に基づく精度向上を組み込んだシステム分析を行う。また、実際の点検結果を用いて劣化予測の劣化分布を補正する方法を提案し、精度が向上することを検証する。

- (3) 外部環境の変化に対応するシステムメンテナンス方法

自然環境、技術環境等、社会環境、経済環境、の変化に対応して、アセットマネジメントシステムの経営目標、予算の配分方式などの在り方を検討する。

- (4) 点検士の心理学的な認知・判断プロセスおよび誤差要因モデルに基づく精度改善

点検士が点検時に把握した変状を損傷と判断するプロセスを、認知心理学・社会心理学に基づく損傷評価方法を踏まえた一連の点検行動をモデル化し、損傷評価方法の一連のプロセスに関する仮説を検証する。

4. 研究成果

本研究では、最終的に地方自治体の道路アセットマネジメント導入に関わる課題を克服し、点検から劣化予測、長期修繕計画に至るアセットマネジメントに必要なトータルシステムの開発を完了させることが出来た。研究代表者が内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」で研究開発したアセットマネジメントのプロトタイプシステムを具体的に実装、検証し、実用化を達成した。

研究開発したアセットマネジメントのプロトタイプシステムが実際の地方自治体での実装により点検精度改善、劣化予測精度向上、およびLCC最小化による長期修繕計画が具体的に実施可能であることを確認し、実証的にシステム課題と論理的な改善を行い、点検システムから劣化予測、長期修繕計画に至るプロセスを理論体系化・トータルシステム構築を行った。

アセットマネジメントの主要課題は、橋梁の基本情報、点検データ、環境データ、劣化予測モデルの誤差が非常に大きいことであり、誤差要因を個々に解決することで統合的に精度改善を行うシステム構築を行った。特に、劣化予測精度の改善メカニズムの実証的研究と、任意の修繕工法と任意タイミングを選択出来る長期修繕計画立案システムの現場技術者との親和性の検証による実証的なトータルシステム開発が出来たことは、他に例がないと考える。また、点検システムにおいては、点検士の心理学的な認知・判断プロセスおよび誤差要因モデルから点検士が誤点検を行う心理的構造を明らかにし、現行の点検システムの課題を指摘した。

以上の成果を踏まえた実務的に実装可能なトータル・アセットマネジメント・システム開発を完了した。特に、当初は計画していなかった劣化曲線の精度改善研究を通じて得られた誤点検データ検知の論理・警告通知システムを成果として加えた。

なお、本研究成果はインドネシアの国道への実装を前提とした連携研究を開始している。

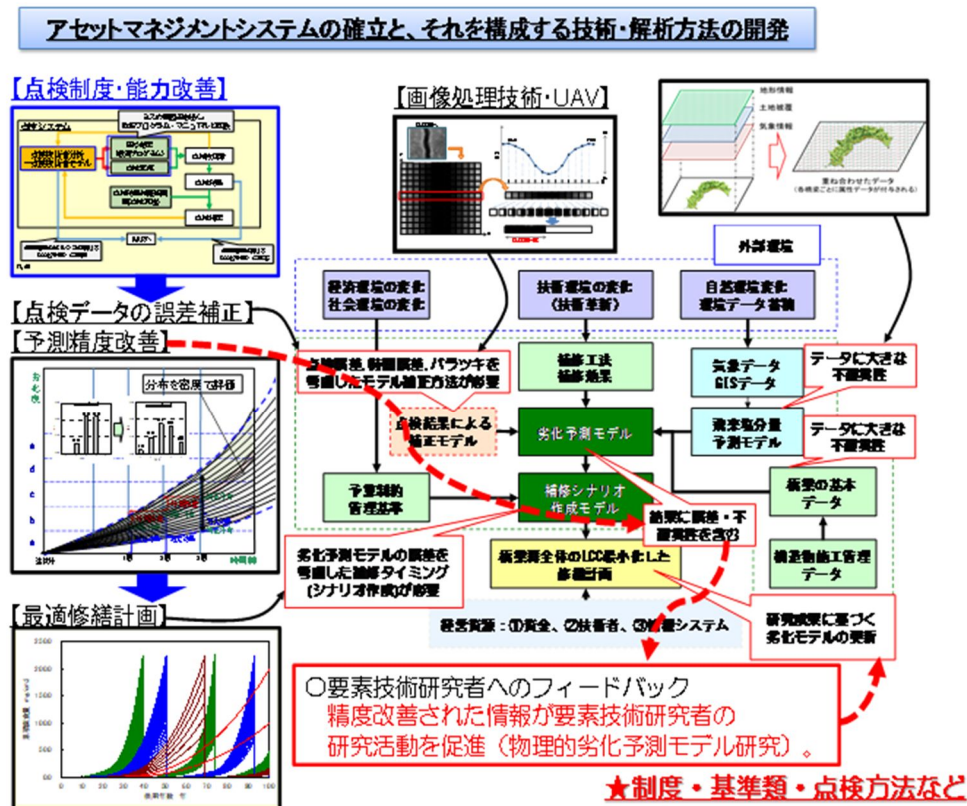


図1 トータルアセットマネジメントシステムの全体構成

【研究成果の詳細】

(1) 研究目的(1)～(3)に対応する成果

自治体におけるアセットマネジメントの課題は下記が考えられ、高知工科大学で開発したアセットマネジメントシステムを使用することで解決できることを高知県の橋梁群で検証するとともに、その運用に関わる理論体系を確認した。

橋梁台帳等に記載されている情報が正確で無い場合がある。

点検結果を正確にデータベースに記録されていない場合がある。

長寿命化計画を策定する場合、適切なタイミングで適切な補修工法を想定できない。特に予防保全の観点から考慮した長寿命化計画は無い。

実際に補修設計を実施しても、場当たりの補修工法で施工してしまう。

その結果、以下のことが確認できた。

1)高知県庁が実際に補修設計を実施した橋梁に対して、位置情報、架設年度、点検結果等の不備

を自動的に発見する機能があることを実証した。
 2)高知県庁が実際の補修設計で採用した工法よりも、高知工科大学が開発したシステムの方が予防保全を考慮した工法を選択する結果を得た。
 3)供用100年の期間で考えた場合、高知県庁が実際の補修設計で採用した工法よりも、高知工科大学が開発したシステムの方が安価となる結果を得た。
 4)鋼橋において、板厚減少を設計時の安全率を考慮して許容できる管理レベルで設定することで、よりLCCを最小化できる効率的な維持管理ができることを発見した。
 この他、点検データに基づく劣化予測結果は現場の橋梁の状態を比較的正確に再現できていること、導出した長期修繕計画は任意の時期に複数の修繕工法を組み込めており実用的であることも検証できた。これらの成果を踏まえて、アセットマネジメントシステムの本格実装にむけ、同システムの活用手順や試験実装の成果をとりまとめたマニュアルを策定した。

(2) 研究目的(4)に対応する成果

認知心理学の考え方を基に、定期点検の再点検において確認された損傷評価における誤差結果をとりまとめ、誤差発生要因を整理するとともに、その改善方法の体系化を図った。点検において生じる誤差について、ワーキングメモリと長期記憶の連携を組み合わせた損傷評価分析モデルを整理し、実際の損傷誤差の例を基に、誤差要因の整理方法及び誤差の改善方法の例を整理した。

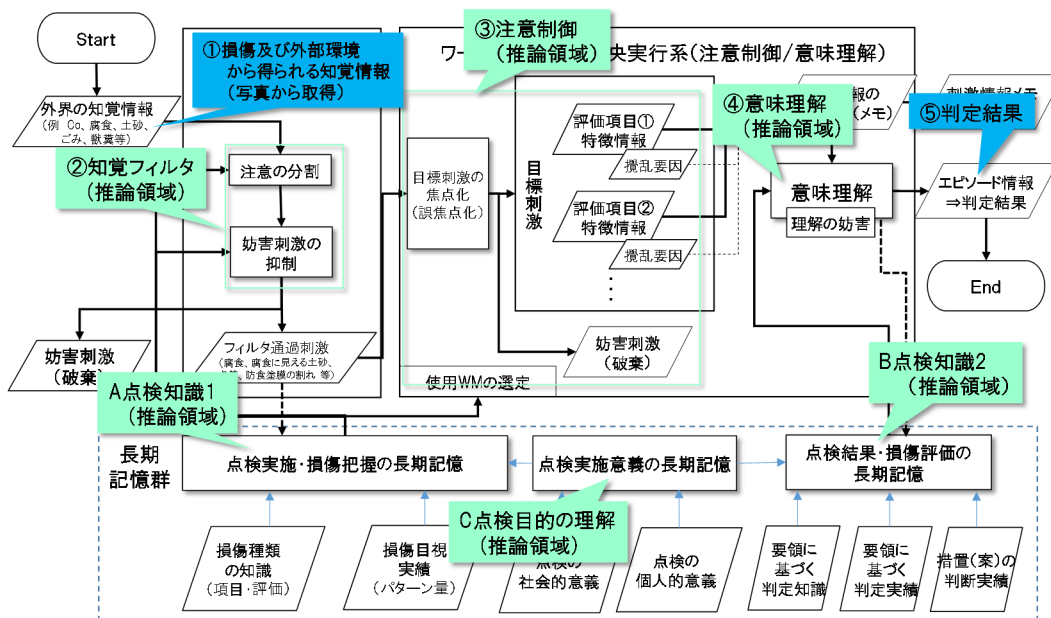


図2 点検士の損傷評価分析モデル

引用文献

「測定誤差，時間誤差を考慮した劣化予測補正モデルの構築」土木学会論文集D3
 Vol.78, No.2, P.58～77, 2022/06/01、工藤徹郎、那須清吾、前田慎一

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 那須清吾, 工藤徹郎, 前田慎一	4. 巻 Vol.78
2. 論文標題 測定誤差, 時間誤差を考慮した劣化予測補正モデルの構築	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3	6. 最初と最後の頁 58, 77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscejipm.78.2_58	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 那須 清吾	4. 巻 65
2. 論文標題 社会基盤アセットマネジメントの課題の根本	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 月刊建設	6. 最初と最後の頁 2-3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない, 又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 那須 清吾	4. 巻 61
2. 論文標題 地方公共団体における橋梁・PC構造物の維持管理に向けた取組み 高知県の橋架アセットマネジメントと大学の役割の連携	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 学会誌「プレストコンクリート」	6. 最初と最後の頁 27-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない, 又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 那須清吾
2. 発表標題 橋梁アセットマネジメントシステムの発展途上国実装研究
3. 学会等名 インフラマネジメント技術国際展開研究助成・成果報告シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 那須清吾
2. 発表標題 「越境しあうインフラガバナンス 性能とサービスをつなぐ」 パネルディスカッション 越境しあうインフラとは？
3. 学会等名 日本学術会議土木工学・建築学委員会インフラ高度化分科会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計0件

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 構造物の劣化予測装置、構造物の劣化予測方法および構造物の劣化予測プログラム	発明者 工藤徹郎、那須清吾、前田慎一	権利者 株式会社オリエンタルコンサルタンツ、高知県
産業財産権の種類、番号 特許、特許第6985686号	取得年 2021年	国内・外国の別 国内

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関